

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

BLUE-COLOR-LIGHT EMITTING DIODE

Patent Number: JP6244458
Publication date: 1994-09-02
Inventor(s): TANAKA MASANOBU; others: 01
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
Requested Patent: ☐ JP6244458
Application Number: JP19930055074 19930219
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP2964822B2

Abstract

PURPOSE: To improve the light emitting efficiency of a blue-color LED without a reflecting plate such as a cup by effectively utilizing the light emitted from the side surface of a light emitting element utilizing a gallium-nitride-based compound semiconductor, and taking out the light to the side of the observing surface.

CONSTITUTION: A light emitting element comprises at least a light transmitting substrate 1 and a gallium-nitride-based compound semiconductor 2, which is formed on the light transmitting substrate. With the light transmitting substrate 1 of the light emitting element up, the element is mounted on a lead frame 4. The entire light emitting element is sealed with a resin mold 5. In this blue-color-light emitting diode, the side surface of the light emitting element is cut at an acute angle θ downward from the upper surface of the light transmitting substrate.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-244458

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)IntCl.
H01L 33/00

識別記号 庁内整理番号

A 7376-4M

N 7376-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 FD(全4頁)

(21)出願番号 特願平5-55074

(22)出願日 平成5年(1993)2月19日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 田中 政信

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

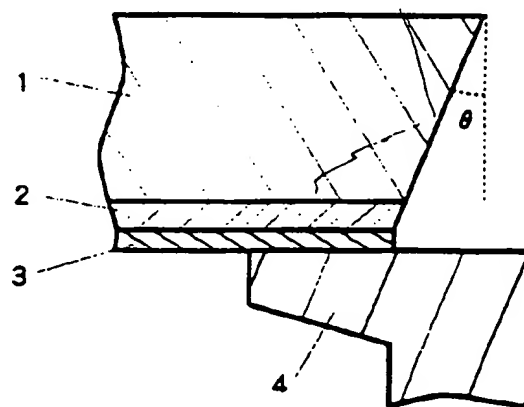
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 青色発光ダイオード

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 カップ等の反射板を必要とせず、窒化ガリウム系化合物半導体を利用した発光素子の側面から出る光を有効利用して、縦断面側に取り出し、青色LEDの発光効率を向上させる。

【構成】 発光素子が少なくとも透光性基板1と該透光性基板に積層された窒化ガリウム系化合物半導体2とからなり、さらに該発光素子の透光性基板1を上面としてリードフレーム4上に載置し、発光素子全体を樹脂モールド5で封止してなる青色発光ダイオードにおいて、前記発光素子の側面が、透光性基板上面から鉛直方向に向かって、鋭角 θ で切断されていることを特徴とする。



R009842

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子が少なくとも透光性基板と該透光性基板に積層された窒化ガリウム系化合物半導体とからなり、さらに該発光素子の透光性基板を上面としてリードフレーム上に載置し、発光素子全体を樹脂モールドで封止してなる青色発光ダイオードにおいて、前記発光素子の側面が、透光性基板上面の鉛直方向より、鋭角 θ で切断されていることを特徴とする青色発光ダイオード。

【請求項2】 前記鋭角 θ は、前記透光性基板の屈折率を n_1 、前記樹脂モールドの屈折率を n_2 とすると、 $\theta \geq \sin^{-1}(n_2/n_1)$ の関係にあることを特徴とする請求項1に記載の青色発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、透光性基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層された発光素子を有する青色発光ダイオード（以下、青色LEDという。）に係り、特に該発光素子の細部の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、青色LEDの発光素子の材料として、 GaN 、 $InGaN$ 、 $GaAlN$ 、 $InAlGa$ 等々の窒化ガリウム系化合物半導体が知られている。これら窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子を有する従来の青色LEDの構造を図2に示す。1は透光性基板、2は透光性基板1上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体（以下、本明細書においては、1と2を合わせて発光素子という。）3は窒化ガリウム系化合物半導体2上の適切な位置に設けられた電極、4は発光素子を載置するリードフレーム、5は発光素子全体を封止し、窒化ガリウム系化合物半導体2からの発光を集光する樹脂モールドである。透光性基板1の材料にはサファイア、酸化亜鉛、酸化マグネシウム等の酸化物系単結晶を使用することができ、一般的にはサファイアが用いられている。また樹脂モールド5には、エポキシ樹脂、ユリア樹脂等、耐熱性に優れた透明樹脂が用いられる。この図に示すように、従来の青色LEDはそのほとんどが、発光素子の端面が垂直になるようにチップ状にカットされ、透光性基板1側が上面、即ち発光観測面となるようにしてリードフレーム上に載置された構造を有している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この構造の発光素子において、例えば透光性基板1をサファイアとした場合、サファイア基板1の厚さは通常数百 μm ある。これに対し、窒化ガリウム系化合物半導体の厚さはせいぜい数 μm にしか過ぎず、窒化ガリウム系化合物半導体より放射される全青色発光のうち、サファイア基板1の側面に達する光は、全体の約10～40%である。しかも、封止樹脂をエポキシ樹脂とした場合、サファイアの屈折率を

2

約3とし、エポキシの屈折率を約1.5とすると、サファイアとエポキシ樹脂との境界での臨界角は約 30° となり、側面に入射する 30° 以下の光は、全てサファイア基板の側面から出て行ってしまい、有効利用されていない。

【0004】ところで、リードフレームの形状をカップ状として、そのカップの底に発光素子を載置して、側面から出ていく光を、カップ側面で上部に反射させる方法もあるが、リードフレームをカップ形状にすると、透光性基板を上にして電極を下にするような構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子、つまり透光性基板を利用した発光素子では、アッセンブリが生産技術上不可能である。そのため、従来の青色LEDは、そのほとんどが図2のような構造であり、この構造のLEDはチップ側面より出ていく光を有効利用できず、高い順方向電圧のわりに、発光効率が低く、十分な輝度が得られないという問題があった。

【0005】したがって本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであり、カップ等の反射板を必要とせず、窒化ガリウム系化合物半導体を利用した発光素子の側面から出る光を有効利用して、観測側面に取り出し、青色LEDの発光効率を向上させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の青色LEDは、発光素子が少なくとも透光性基板と該透光性基板に積層された窒化ガリウム系化合物半導体とからなり、さらに該発光素子の透光性基板を上面としてリードフレーム上に載置し、発光素子全体を樹脂モールドで封止してなる青色発光ダイオードにおいて、前記発光素子の側面が、透光性基板上面の鉛直方向より、鋭角 θ で切断されていることを特徴とするものである。

【0007】鋭角 θ の角度は特に限定するものではないが、透光性基板の屈折率、樹脂モールドの屈折率によって適宜変更することができる。窒化ガリウム系化合物半導体の発光を全て透光性基板側（発光観測側）に全反射させるためには、鋭角 θ は、透光性基板の屈折率を n_1 、前記樹脂モールドの屈折率を n_2 とした場合、 $\sin^{-1}(n_2/n_1)$ 以上の角度、即ち臨界角以上の角度で切断されていることが好ましい。なお、この式により、全ての青色発光を発光素子側面で全反射させる場合、樹脂モールドの材料の屈折率が基板の屈折率よりも小さいものを選択することはいうまでもない。

【0008】また、発光素子の側面を斜めにカットするには、例えばダイシングを用いることができ、刃先が所望の角度に調整されているブレードを使用することによって切断可能である。

【0009】

【作用】 図4は、本発明の一実施例に係る青色LEDにおいて、側面が鋭角 θ で切断された発光素子の構造を示す図である。また図3は、側面が垂直に切断された従来

3

の発光素子の構造を示す図である。なおこれらの図は電極、リードフレームを省略して示している。図4に示すように、発光素子の側面を、透光性基板1の上面から、鋭角 θ で切断することにより、窒化ガリウム系化合物半導体より発する青色発光、特に発光素子側面近傍の青色発光を、透光性基板1で反射させて発光観測面に取り出し、有効利用することが可能となる。一方、前にも説明したように、図3に示す従来の発光素子は、透光性基板1内で全反射したり、発光素子の側面から出て行ってしまう光が圧倒的に多い。なお、この図4は θ を臨界角以上としていないため、一部側面から出ていく光もあるが、 θ を前述の式に基づいて臨界角以上で切断することにより、全て観測面側に反射させることができるのは当然である。

【0010】このように、発光素子の側面を鋭角に切断することにより、青色発光を多く観測面に反射させることができるため、青色発光ダイオードの発光出力を向上させることができる。また、窒化ガリウム系化合物半導体を有する発光素子は、他のGaAs、GaP、AlInGaP等の材料を用いた発光素子と異なり、材料自体にへき開性を有していないため、斜めに切断しやすいという利点を有している。このため、窒化ガリウム系化合物半導体の発光素子の側面を斜めに切断して、その側面で青色発光を反射させることは非常に重要である。

【0011】

【実施例】予めサファイア基板の上にn型Ga_{0.4}Nとp型Ga_{0.6}Nとを順に積層した2インチφのウエハを用意し、p型Ga_{0.6}N層の一部をエッチングして、n型Ga_{0.4}N層の一部露出させる。次に、露出させたn型Ga_{0.4}N層と、p型Ga_{0.6}Nとに所定の形状で電極を蒸着した後、サ

ファイア基板に粘着テープを張り付ける。
【0012】一方、ウエハを斜めにカットするため、図5に示すように刃先の中心線に向かってそれぞれ面側に30°の傾斜を設けたブレードを用意してダイシングソーにセットする。次に、前述のウエハをテーブルに

4

貼付し、ダイシングでp型Ga_{0.6}N層側からX軸をカットした後、テーブルを90°回転させ、今度はY軸をカットする。

【0013】最後にウエハをテーブルから剥し取り、チップ状に分離した後、チップをサファイア基板面が発光観測面になるようにして、リードフレームに取り付け、電極とリードフレームとを電気的に接続した後、エポキシ樹脂でレンズ状にモールドすることにより、本発明の青色LEDを得る。

【0014】このようにして得た青色LEDは、順方向電圧5Vで、発光出力20μWを示した。一方、側面を垂直にカットしたチップよりなる従来の青色LEDは発光出力は10μWとほぼ半分しかなかった。

【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の青色LEDはその発光素子の側面を斜めにカットしているために、窒化ガリウム系化合物半導体の発光を、その側面で反射させて透光性基板から有効に取り出すことができる。しかも従来のようにカップ状のリードフレームも必要とせず、生産性にも非常に優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の青色LEDに係る発光素子の側面の構造を一部拡大して示す断面図。

【図2】 従来の青色LEDの構造を示す断面図。

【図3】 従来の発光素子の構造を示す断面図。

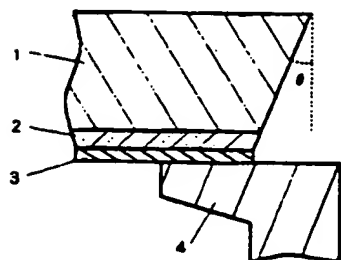
【図4】 本発明の一実施例に係る発光素子の構造を示す断面図。

【図5】 ダイシングソーのブレードの刃先角を示す断面図。

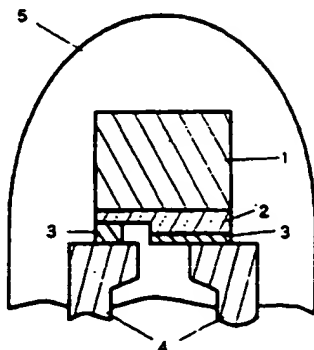
【符号の説明】

- 1.....透光性基板
- 2.....窒化ガリウム系化合物半導体
- 3.....電極
- 4.....リードフレーム
- 5.....樹脂モールド

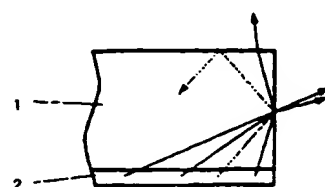
【図1】



【図2】



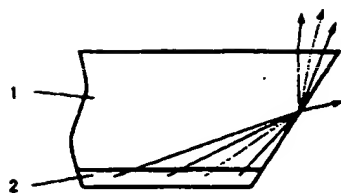
【図3】



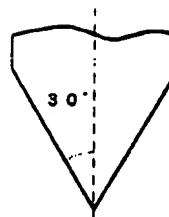
(4)

特開平6-244458

【図4】



【図5】



R009845